22

22

NOTICE

SUR LES

TITRES SCIENTIFIQUES

DE

M. DELESSE,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'ÉCOLE NORMALE
ET A L'INSTITUT AGRONOMIQUE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1877

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

NOTICE

SUR LES

TITRES SCIENTIFIQUES

DE

M. DELESSE,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'ÉCOLE NORMALE
ET A L'INSTITUT AGRONOMIQUE.

M. Delesse est sorti le premier de l'École Polytechnique, en 1839.

Dès son entrée à l'École des Mines, il s'est occupé d'une manière spéciale de Minéralogie et de Géologie. Pendant deux années, il a été chargé de classer la collection de la carte géologique de France, sous la direction de ses maîtres, MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy.

A différentes reprises, il a fait des voyages géologiques en France et à l'étranger, notamment en Suisse, en Pologne, en Angleterre, en Irlande et dans toute l'Allemagne.

Pendant cinq années, M. Delesse a occupé la chaire de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences de Besançon; lorsqu'il a quitté la résidence de Besançon, il a été nommé professeur honoraire.

Il est maintenant Professeur de Géologie à l'École Normale et à l'Institut national agronomique.

Il a été Secrétaire et Président de la Société philomathique, Secrétaire et Président de la Société géologique. A différentes reprises, il a été nommé Membre des Commissions d'examen pour l'agrégation.

Il fait partie du Comité des Sociétés savantes et de la Commission de la Carte géologique de France.

Deux fois, il a été nommé Président de la Commission Centrale de la Société de Géographie et, en 1875, il a présidé le Jury international de l'Exposition de Géographie. Plusieurs Sociétés de Géographie de l'étranger, celles de Vienne, de Buda-Pest, de Francfort, d'Amsterdam, d'Anvers, de Genève, l'ont élu membre honoraire ou correspondant.

Il est membre correspondant des Académies royales des Sciences de Turin, de Prague, de Munich, ainsi que de la Société d'Histoire naturelle de Boston et de la Société philosophique américaine de Philadelphie; il est aussi membre de la Société centrale d'Agriculture de France, associé étranger de la Société géologique de Londres, membre correspondant des Sociétés géologiques d'Édimbourg, de Dublin et du Cornouailles.

Les travaux de M. Delesse en Minéralogie ont eu spécialement pour but l'étude des substances minérales dont la composition chimique était peu connue, ou même tout à fait inconnue. Il s'est occupé également de recherches sur les pseudomorphoses, sur l'association des minéraux et sur leur magnétisme. Pendant plusieurs années, il a fait dans les « Annales des Mines » des comptes rendus de Minéralogie.

En Géologie, M. Delesse s'est occupé de l'étude si importante des roches. Comme, le plus souvent, l'examen minéralogique d'une roche ne la fait connaître que d'une manière imparfaite, il fallait déterminer sa composition par l'analyse chimique; c'est ce que M. Delesse a entrepris, et, pendant plus de quinze années, il a maintenu avec persévérance ses travaux dans cette direction. Il a publié sur les roches un grand nombre de Mémoires qui ont été insérés dans les « Annales des Mines », dans le « Bulletin de la Société géologique » et dans divers recueils. Il a pu rectifier des erreurs accréditées sur les roches les plus communes et il en a analysé dont la composition était entièrement inconnue. Il a encore étudié la classification des roches et plusieurs de leurs propriétés physiques, notamment leur résistance à l'écrasement; de plus il a publié des travaux sur leur origine, sur leur métamorphisme et sur des questions générales qui se lient à leur connaissance intime.

En qualité de membre des Jurys internationaux pour les Expositions universelles de 1855, 1862, 1867, il a donné une description des marbres de France et des substances minérales employées comme matériaux de construction.

M. Delesse a fait des études géologiques sur les Vosges; il en a fait également sur plusieurs des grandes lignes de chemins de fer qui traversent la France. Depuis 1860, il contribue par la « Revue de Géologie » à signaler les progrès qui sont réalisés chaque année par la Science.

Il a publié des cartes géologiques et des cartes hydrologiques qui sont exécutées d'après un système nouveau.

Il s'est en outre occupé de cartes agronomiques, et il a réuni des matériaux pour une carte agronomique de la France.

Enfin, dans ces dernières années, il s'est voué à l'étude du fond des mers et des dépôts de l'époque actuelle; ses travaux sont résumés par des cartes d'un système nouveau, qui font connaître la lithologie de toutes les mers explorées par des sondages.

MINÉRALOGIE.

Magnétisme.

Magnétisme polaire dans les minéraux et dans les roches [1]. — M. Delesse a fait quelques recherches sur le magnétisme des substances minérales. Il a étudié d'abord le magnétisme polaire dans les minéraux, dans les roches, ainsi que dans les verres provenant de leur fusion. Il l'a étudié également dans une même substance minérale à différents états, la considérant successivement lorsqu'elle était homogène ou hétérogène, agrégée ou désagrégée.

Une substance minérale qui est magnétique peut devenir magnétipolaire, et conserve, le plus généralement, les pôles qui lui ont été donnés par l'aimantation. Quand ensuite on la brise, elle se comporte comme un aimant, dont elle possède toutes les propriétés.

Le magnétisme des roches ne tient pas, comme on l'admettait généralement, à un mélange intime de fer oxydulé, puisque des minéraux et des roches qui n'en renferment pas deviennent cependant magnétipolaires. Les serpentines, les basaltes, les trapps, les trachytes, les laves, reçoivent facilement des pôles.

Lorsqu'une substance peut devenir magnétipolaire, il en est de même de toute substance ayant même composition, quel que soit d'ailleurs son état physique.

Lorsqu'une substance est magnétique, il est facile de lui donner dans toutes ses parties autant de paires de pôles que l'on veut.

La distribution des pôles magnétiques dans un cristal n'est pas en relation avec ses axes.

Pouvoir magnétique [2]. — M. Delesse a cherché aussi à évaluer approximativement le magnétisme des différentes substances minérales. Le procédé qu'il a employé consiste à réduire ces substances en poudres qui soient, autant que possible, d'égale grosseur, et à peser la quantité de chacune d'elles qui adhère à la surface d'un fort électro-aimant. Cette surface restant la même, si l'on suppose que l'aimant soit constant, le poids obtenu pourra servir à comparer le pouvoir magnétique de chaque substance. Il suffira pour cela de diviser ce poids par celui qui est donné par l'acier, dont le pouvoir magnétique a été pris pour unité.

Quand une substance magnétique se combine avec une autre qui l'est faiblement, le pouvoir magnétique du composé est plus petit que le pouvoir moyen calculé d'après les composants. Le pouvoir magnétique ne saurait être attribué simplement au mélange d'un composé ferrugineux ; quelquefois même il varie en sens inverse de la teneur en fer ou en métal magnétique.

Le pouvoir magnétique d'une roche est tantôt supérieur et tantôt inférieur à celui du verre provenant de sa fusion ; il varie donc dans des substances ayant la même composition chimique.

Il importe surtout de remarquer que le pouvoir magnétique d'un minéral est beaucoup plus grand lorsqu'il est à l'état cristallin que lorsqu'il est à l'état amorphe.

---

(1) *Annales de Chim. et de Phys.* (1845), t. XXV.

(2) *Annales de Chim. et de Phys.* et *Annales des Mines* [4], t. XIV, p. 81 et 429; t. XV, p. 497, t. XVI, p. 323. — *Comptes rendus*, t. XXVII, p. 548; t. XXVIII, p. 35, 227, 437, 498.

Enveloppement et Pseudomorphisme [1].

Dans ces dernières années, on a décrit un très-grand nombre de pseudomorphoses qui ont été confondues avec l'enveloppement des minéraux. Pour distinguer ces deux phénomènes, il est nécessaire de les étudier séparément.

Si l'on considère d'abord l'enveloppement, il est tantôt simple, tantôt accompagné d'une orientation plus ou moins complète entre les cristaux. Il a lieu souvent entre les variétés d'un même minéral. Il est quelquefois réciproque. Dans certains cas, deux minéraux s'enveloppent mutuellement jusque dans la même roche. En outre, la proportion du minéral enveloppé peut être très-grande et même bien supérieure à celle du minéral enveloppant. L'enveloppement s'observe d'ailleurs entre les minéraux les plus variés. Les corps simples, les sulfures, les fluorures, les oxydes, les silicates, les sulfates, les phosphates, les carbonates et même les minéraux organiques sont alternativement enveloppants et enveloppés.

Quelques minéraux, qui sont généralement regardés comme pseudomorphiques, ne sont en réalité que des minéraux isomorphes. L'achmite, l'ægyrine, la traversellite, la pitkarandite sont dans ce cas.

Les pseudomorphoses offrent la plus grande analogie avec l'enveloppement, et la limite des deux phénomènes est souvent assez difficile à tracer ; car, lorsqu'un minéral se substitue à un autre, dont il conserve la forme, il peut l'envelopper ou bien au contraire être enveloppé par lui. Quelquefois une orientation se remarque même entre le nouveau cristal et l'ancien. De plus, des pseudomorphoses s'observent entre les variétés d'une même substance ; elles s'observent aussi entre des minéraux présentant la même composition chimique, mais différant l'un de l'autre par la forme ou par l'état moléculaire. Pour quelques minéraux, les pseudomorphoses sont même réciproques.

Lorsqu'on passe en revue les diverses familles de minéraux, on trouve qu'elles offrent des pseudomorphoses. Il peut arriver aussi qu'un même minéral soit tantôt pseudomorphique, tantôt au contraire pseudomorphosé : l'une ou l'autre alternative est fréquente pour le quartz, la chaux carbonatée, la pyrite.

Les principaux minéraux pseudomorphiques sont la pyrite de fer, l'hématite, la limonite, le quartz, les silicates hydratés. Les principaux minéraux pseudomorphosés sont la chaux fluatée, le sel marin, la baryte sulfatée, l'anhydrite, le gypse, les carbonates. Les minéraux donnant le plus grand nombre de pseudomorphoses sont, en définitive, ceux qui, étant très-répandus, sont en même temps plus ou moins solubles dans les eaux circulant à l'intérieur du globe.

Les pseudomorphoses s'observent surtout dans les roches anormales et métallifères.

Le nombre des minéraux distincts, qui sont pseudomorphiques ou pseudomorphosés, s'élève au moins au quart des minéraux connus, en sorte que l'étude du pseudomorphisme présente un grand intérêt.

Silicates.

Pyroxène. — M. Delesse a examiné plusieurs variétés de pyroxène et spécialement celles qui forment les roches. Ainsi, il a fait connaître la composition de l'augite qui,

---

[1] *Annales des Mines* (1859), t. XVI, p. 317. — *Revue de Géologie*, t. I à XIV.

associé au feldspath anorthose, constitue le porphyre vert de Ternuay (1). Il a analysé également le pyroxène salite qui s'observe en veines dans le calcaire saccharoïde du Chippal (2).

Diallage (3). — La diallage de la serpentine des Vosges est chromifère et très-riche en magnésie; sa composition est à peu près celle de la diallage de Gulsen analysée par M. V. Regnault. Dans l'euphotide d'Odern se trouve une diallage qui, par sa composition chimique ainsi que par ses clivages, se rapproche de l'amphibole et appartient à une variété d'ouralite.

Hornblende (4). — L'auteur a fait des analyses de l'hornblende qui a cristallisé dans les roches. Il a examiné spécialement celle des diorites, des syénites et des roches feldspathiques. Il a reconnu que cette hornblende contient toujours de l'alumine et en outre un peu de potasse et de soude. Ces résultats ont été confirmés depuis par des analyses de M. Rammelsberg.

Krokidolithe (5). — Une substance minérale fort rare, la krokidolithe, a été trouvée dans les Vosges par M. Delesse. Son gisement est intéressant, car elle est associée à la minette. Elle contient un peu de chlore et une trace d'acide phosphorique. Par sa composition, elle est intermédiaire entre l'arfvedsonite et la krokidolithe du cap de Bonne-Espérance, qui a été décrite par Klaproth sous le nom de *blaueisenstein*. L'analyse a montré que la krokidolithe est une amphibole asbestiforme, caractérisée par une grande proportion de soude et de protoxyde de fer, ainsi que par sa fusibilité et par sa belle couleur bleue.

Fayalite (6). — M. Delesse a étudié dans les montagnes du Mourne, en Irlande, le minéral, nommé par Thomson *anhydrous silicate of iron*, qui forme des veines dans une pegmatite celluleuse. Une analyse nouvelle de ce minéral a montré qu'il a la composition d'un péridot à base de fer; on peut donc le considérer comme une fayalite.

Villemite (7). — MM. Des Cloizeaux et Delesse ont étudié la troostite des États-Unis, et ont constaté qu'elle a la même forme cristalline et la même formule chimique que la villemite d'Aix-la-Chapelle.

Grenat (8). — L'examen du grenat de la serpentine des Vosges a montré qu'il a une densité très-petite, qu'il contient de l'eau et un peu d'oxyde de chrome, qu'il est en outre très-riche en magnésie.

Dipyre (9). — La composition de la substance minérale, à laquelle Haüy avait donné le nom de *dipyre*, était restée inconnue. M. Delesse a fait l'analyse du dipyre transparent de Mauléon, et ce minéral doit être considéré comme une scapolite riche en soude.

(1) *Annales des Mines* [4], t. XII, p. 293.
(2) *Annales des Mines* [4], t. XX, p. 144. — *Annales de Chim. et de Phys.*, [3], t. XXXII, p. 372.
(3) *Annales des Mines* [4], t. XVIII, p. 317; t. XVI, p. 323.
(4) *Annales des Mines* [4], t. XIX, p. 149. — *Annales de Chim. et de Phys.*, [3], t. XXIV.
(5) *Annales des Mines* [5], t. X, p. 317.
(6) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. X, p. 568.
(7) *Annales des Mines* (1846) [4], t. X, p. 213.
(8) *Annales des Mines* [4], t. XVII, p. 309.
(9) *Annales de Chim. et de Phys.* (1845), t. XXV.

Micas. — M. Delesse a déterminé la composition d'un grand nombre de micas et surtout de ceux qui sont le plus caractéristiques pour les roches. On signalera spécialement :

1° Le mica alumineux ou moscovite de M. Dana. Il se trouve dans la pegmatite et dans les granites à deux micas [1].

2° Le mica ferromagnésien ou biotite. C'est de beaucoup le plus commun, car il s'observe pour ainsi dire dans toutes les roches micacées. La variété de ce mica, qui forme l'un des éléments de la minette, renferme de la lithine [2].

3° Le mica ferreux, qui caractérise la protogine ; à cause de sa couleur verte, on le confondait autrefois avec la chlorite ou avec le talc [3]. Pour ce mica, les rapports d'oxygène de RO, R^2O^3, SiO^2 sont à peu près ∺ 1 : 2 : $3\frac{1}{2}$.

4° Le mica magnésien ou phlogopite, qui s'observe souvent dans le calcaire saccharoïde [4].

5° Le mica, nommé *damourite* par M. Delesse, qui s'est développé dans les schistes métamorphiques contenant du disthène et de la staurotide [5]. Le nom de *séricite* a été donné depuis à un mica dont la composition en est très-voisine et qui provient d'un gisement analogue.

L'analyse de ces divers micas a montré que tous renferment de la soude, indépendamment de la potasse.

Feldspaths. — M. Delesse a fait un très-grand nombre de recherches sur les feldspaths, qui sont les minéraux dont l'étude est la plus importante pour la connaissance des roches.

Orthose. — L'analyse du feldspath orthose, provenant de gisements très-divers, a montré que sa composition est peu variable. En effet, elle reste à peu près la même dans le granite, la syénite, le gneiss, la protogine, la minette. L'orthose de toutes ces roches contient les deux alcalis, et la potasse est son alcali dominant [6].

Anorthose [7]. — Les feldspaths du sixième système, dont la soude est l'alcali dominant, présentent une composition extrêmement variable. Ils renferment très-souvent de l'eau. On y a distingué plusieurs types qui ont reçu des noms spéciaux ; ce sont : l'albite, l'oligoclase, l'andésine, le labradorite, l'anorthite. M. Delesse a proposé de donner de même le nom de vosgite à un feldspath qu'il a trouvé d'abord dans les Vosges, et pour lequel les rapports d'oxygène de RO, R^2O^3, SiO^2 sont entre eux :: 1 : 3 : 5. L'analyse d'autres feldspaths contenus dans les roches l'a conduit aussi aux rapports 1 : 3 : 7, en sorte que la composition des feldspaths du sixième système paraît varier d'une manière continue entre l'albite et l'anorthite [8].

D'un autre côté, l'étude cristallographique de ces feldspaths a montré qu'ils ont tous

---

(1) *Annales des Mines* [4], t. XVI, p. 202.

(2) *Annales des Mines* [5], t. X, p. 317.

(3) *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXV. — *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VI, p. 230.

(4) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. IX, p. 121. — *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXXII, p. 369.

(5) *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XV, p. 248.

(6) *Annales des Mines* [5], t. III, p. 372, 388, 406 ; [4], t. XVI, p. 323. — *Annales des Mines* (1851), t. XX, p. 141. — *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXV.

(7) Mémoires divers publiés dans le *Bull. de la Soc. géologique*, et notamment dans les *Annales des Mines* [4], t. XVI, p. 239, 324, 342, 512 ; [5], t. III, p. 374, 747.

(8) *Annales des Mines* [4], t. XVI, p. 327.

les mêmes formes. De plus, les différences entre leurs angles sont comprises dans les limites des substances regardées comme isomorphes. M. Delesse a pensé, d'après ces considérations, qu'il serait préférable de désigner d'une manière générale sous le nom d'*anorthose* tout feldspath du sixième système ayant la soude pour alcali dominant.

Cette modification à la nomenclature minéralogique est conforme à ce que l'usage a consacré pour les micas et pour les tourmalines qui portent toujours le même nom, bien que leur composition chimique soit très-différente. Elle est d'ailleurs d'autant plus nécessaire, que divers anorthoses peuvent se trouver réunis dans une même roche, et qu'il est le plus souvent impossible de les distinguer sans en faire une analyse ou un examen microscopique.

Le microcline, récemment étudié par M. Des Cloizeaux, est un feldspath du sixième système à base de potasse.

Silicates hydratés.

Talc (1). — M. Delesse a fait l'analyse des talcs du Zillerthall, de Rhode-Island et d'Odern. Il a constaté que tous ces talcs renferment quelques centièmes d'eau qui ne se dégagent complétement qu'à la température du rouge blanc. Leur composition est représentée par la formule que Berthier a proposée pour le talc du petit Saint-Bernard.

Une stéatite de Hongrie, ressemblant complétement à celle qu'on nomme *craie de Briançon*, a donné un résultat peu différent : c'est donc une variété de talc.

Serpentine (2). — La serpentine est souvent traversée par des veines d'une substance qui est généralement regardée comme de l'asbeste. Son examen a fait voir que c'est le chrysotile de M. de Kobell, et qu'elle a la composition de la serpentine noble. La *métaxite*, la *kérolite* et d'autres hydrosilicates de magnésie, dont la composition était peu connue, ont également été analysés.

Chlorite. — Plusieurs variétés de chlorite ont été examinées. Celle de Mauléon, dans les Pyrénées, présentait de l'intérêt, parce qu'elle est en cristaux isolés dans un calcaire, et qu'elle contient très-peu d'oxyde de fer (3). La chlorite, qui a cristallisé dans la serpentine des Vosges, est chromifère et renferme beaucoup de magnésie (4).

Les cavités des mélaphyres et celles des roches qui ont pour base un feldspath hydraté du sixième système sont généralement tapissées par une substance verte lamelleuse. L'étude de cette substance a montré que c'est une variété de chlorite ferrugineuse (5). M. le professeur C. Naumann a proposé de lui donner le nom de *delessite*.

Pyroslérite (6). — Le calcaire saccharoïde du Saint-Philippe, dans les Vosges, renferme des rognons d'une substance cristalline qui est enveloppée par une zone concentrique de mica phlogopite. Son analyse a montré qu'elle se rapproche beaucoup de la

(1) *Annales des Mines* [4], t. IX, p. 318; t. XVI, p. 335. — *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. III, p. 374.

(2) *Annales des Mines* [4], t. XVIII, p. 328. — Thèse sur l'Emploi de l'analyse chimique, etc.

(3) *Annales de Chim. et de Phys.* (1845), t. XXV.

(4) *Annales des Mines* [4], t. XVIII, p. 323.

(5) *Annales des Mines* [4], t. XII, p. 223, et t. XVI, p. 521.

(6) *Annales des Mines*, t. XX, p. 141. — *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXXII, p. 371.

pyrosklérite de M. de Kobell ; elle serait cependant représentée par une formule un peu différente. Il est remarquable, d'ailleurs, qu'elle ait la même teneur en silice que le mica avec lequel elle est associée.

La pyrosklérite joue un rôle important dans la Géologie. Elle a généralement été décrite comme de la serpentine noble ; cependant elle s'en distingue par sa composition, par sa structure un peu lamelleuse, par un éclat légèrement nacré, par sa fusibilité au chalumeau et par la couleur blanche qu'elle prend lorsqu'on la calcine.

Sismondine (¹). — La sismondine est un minéral qui a été trouvé à Saint-Marcel. Son étude a montré qu'elle doit être regardée comme une variété du chloritoïde de M. de Bonsdorff. Il en est de même pour la masonite de M. Whitney.

Terre verte (²). — La terre verte était une substance peu connue. L'analyse de celle de Vérone et de Framont a fait voir qu'elle renferme à la fois de la potasse et de la soude et que sa composition est variable.

Saponite (³). — Au contact du trapp et du calcaire cristallin, il existe quelquefois une salebande qui est formée par un silicate hydraté de magnésie. L'analyse de ce dernier, recueilli dans un gisement de l'Irlande, a montré qu'il se rapproche beaucoup de la saponite.

Zéolithes. — Quelques zéolithes ont encore été examinées. On citera une *stilbite* des îles Feroë, la *beaumontite* de Lévy qui, d'après M. Dana, est une heulandite, l'*haydenite* qui est une chabasie (⁴).

Minéraux divers.

Greenovite (⁵). — La greenovite avait d'abord été décrite comme un titanate de manganèse. M. Delesse a repris son analyse et a fait voir que c'est un sphène qui renferme seulement une petite proportion de manganèse.

Chamoisite (⁶). — L'examen d'un minerai de fer très-magnétique qui provenait de Quintin a montré que sa composition était à peu près celle de la chamoisite. C'est un aluminosilicate de peroxyde et de protoxyde de fer, qui contient en outre un peu d'eau.

M. Delesse a fait encore des analyses du *dusodile*, de la *périclase*, de l'*ilmenite*, de l'*aragonite*, de la *plumbocalcite* (⁷). Il s'est également occupé de la *barytocalcite* en collaboration avec M. Des Cloizeaux (⁸).

(¹) *Annales des Mines* (1846), t. X, p. 234; (1851), t. XIX, p. 293. (Extraits de Minéralogie.)
(²) *Annales des Mines* [4], t. XIV, p. 74; [5], t. IV, p. 351.
(³) *Études sur le métamorphisme des roches* (1858), p. 438. Paris.
(⁴) Thèse sur l'Emploi de l'analyse chimique dans les recherches de Minéralogie. *Revue scientifique*, t. XXV, p. 107.
(⁵) *Annales des Mines* [4], t. VI, p. 325.
(⁶) *Annales des Mines* [4], t. XIV, p. 69.
(⁷) Thèse sur l'Emploi de l'analyse chimique dans les recherches de Minéralogie.
(⁸) *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XIII, p. 428.

GÉOLOGIE.

Association des minéraux dans les roches (¹).

M. Delesse a constaté que, dans les roches ayant un pouvoir magnétique élevé, l'association des minéraux est soumise à une loi remarquable. En effet, les minéraux qui se sont développés dans la pâte sont plus riches en fer que ceux des filons.

Si l'on considère la serpentine, par exemple, les minéraux de sa pâte sont le fer oxydulé et chromé, la pyrite de fer, la chlorite, la diallage, le grenat. Les minéraux de ses filons sont au contraire le chrysotile, la serpentine noble, la némalite, la brucite, la chaux carbonatée.

Les mélaphyres, les trapps, les basaltes, les roches volcaniques et toutes les roches qui ont un pouvoir magnétique élevé présentent la même association. Les minéraux de la pâte sont généralement plus riches en fer que ceux des filons et des amygdaloïdes. Tandis que les premiers sont quelquefois fortement magnétiques, les seconds le sont à peine, et assez souvent même ils sont diamagnétiques. Les forces magnétiques et diamagnétiques ont nécessairement joué un grand rôle dans la séparation de ces minéraux; car, au moment où la roche s'est consolidée, les substances les plus magnétiques ont été attirées dans la pâte dans laquelle elles ont formé les minéraux les plus riches en fer, tandis que les substances diamagnétiques ont été repoussées dans les cavités où elles ont formé les minéraux des filons et des amygdaloïdes. Il devait en être de même encore pour les minéraux résultant d'une infiltration postérieure. Toutes choses égales, l'association qui vient d'être signalée semble d'autant plus nette que la roche possède un pouvoir magnétique plus élevé.

Roches prismatiques (²).

Lorsque le trachyte, le phonolithe, le trapp, le basalte se divisent en prismes, ils présentent des variations qui sont légères, mais cependant appréciables. S'ils sont hydratés, l'eau est en proportion un peu moindre vers le centre du prisme que vers les bords. Leur densité est au contraire plus grande vers le centre. Dans les roches prismatiques examinées, l'augmentation de densité n'a pas dépassé 2 pour 100; elle paraît devoir être attribuée à ce que, vers le centre du prisme, la structure cristalline est plus développée. Quelquefois même il est possible de le constater directement.

Roches globuleuses (³).

Dans un Mémoire sur les roches globuleuses, l'auteur a étudié la structure intime des globules et il a cherché à expliquer leur formation. Pour mettre la structure des globules complétement en évidence, il a employé des roches polies qu'il a soumises à l'action de l'acide fluorhydrique. Dans la plupart des roches globuleuses riches en si-

(¹) *Annales des Mines* (1851), t. XVIII, p. 349, et *Bull. de la Soc. géologique*. — *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 805.
(²) *Comptes rendus* (1858), t. XLVII, p. 448.
(³) *Mémoires de la Soc. géologique* [2], t. IV. — *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 274.

lice, il est facile de constater que les globules présentent des cavités dans leur intérieur; c'est ce qui a lieu notamment pour la pyroméride. Ces cavités sont irrégulières, et elles se sont visiblement formées par contraction. Dans certaines roches, telles que les trachytes, les perlites et les obsidiennes, cette contraction a été précédée d'une expansion due au dégagement des matières volatiles. Les globules qui offrent des cavités peuvent même passer d'une manière insensible à des cellules. Divers cristaux se sont d'ailleurs développés dans les globules desquels ils sont indépendants; ces cristaux sont postérieurs aux cavités et appartiennent généralement au quartz, au feldspath, à l'hornblende. Quant aux cavités des globules, elles ont été remplies par les minéraux variés qu'on trouve dans les amygdaloïdes et dans les gîtes métallifères.

Action de la chaleur sur les roches [1].

Lorsque les roches silicatées sont soumises à une température élevée, elles peuvent être amenées à l'état de fusion; elles donnent alors des verres, et, comme l'a constaté M. Ch. Sainte-Claire Deville, elles éprouvent une diminution de densité. M. Delesse a fait des expériences nombreuses sur une série de roches dont il avait d'abord déterminé la composition par l'analyse. Il résulte de ces expériences que, quand les roches silicatées passent de l'état cristallin à l'état vitreux, leur diminution de densité est d'autant plus grande qu'elles ont plus de silice et d'alcalis. Elle est au contraire d'autant plus petite qu'elles ont plus d'oxyde de fer, de magnésie, de chaux et d'alumine. Pour des roches ayant même composition chimique, elle augmente avec le développement de la structure cristalline.

Bien que la diminution de densité de roches appartenant à une même famille soit assez variable, elle est généralement comprise entre les limites suivantes :

Granites, leptynites, porphyres quartzifères, etc.	9 à 11 p. 100	Diorites	6 à 8 p. 100
Granites syénitiques et syénites.	8 à 9	Mélaphyres	5 à 7
Porphyres divers	8 à 10	Basaltes et trachytes	3 à 5
		Laves et roches vitreuses	0 à 4

Action des alcalis sur les roches [2].

On a souvent recherché l'action exercée sur les roches par les acides, mais il est utile aussi de connaître l'action exercée par les alcalis.

Si l'on traite une roche silicatée par une dissolution concentrée et bouillante d'alcali, elle perd non-seulement de la silice, mais encore de l'alumine et de l'eau; en outre, de la chaux, de la magnésie, ainsi que des traces d'oxyde de fer, sont entraînées dans la liqueur alcaline. Il se produit alors des réactions complexes, comme l'a montré M. Henri Sainte-Claire Deville; toutefois, si l'on considère spécialement la proportion de silice dissoute, on trouve que le granite n'est pour ainsi dire pas attaqué et que le porphyre quartzifère l'est faiblement. Le basalte et le mélaphyre perdent plusieurs centièmes de silice. Le trachyte, le rétinite, le perlite, l'obsidienne en ont perdu moins de 20 pour 100 et dans un trachyte globuleux la silice dissoute a dépassé 35 pour 100.

L'action des alcalis étant inverse de celle des acides, on comprend qu'elle soit sur-

---

[1] *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. IV, p. 1380. — *Comptes rendus*, t. XXV, p. 545.
[2] *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. XI, p. 127.

tout énergique sur les roches les plus riches en silice et les moins cristallines, particulièrement sur celles qui sont volcaniques et de la famille du trachyte ; tandis qu'elle doit rester très-faible sur les roches contenant beaucoup de quartz et entièrement cristallines, comme celles de la famille du granite.

Quand on remplace les alcalis par les carbonates alcalins, certaines roches, et notamment les roches vitreuses, sont encore attaquées, mais beaucoup plus faiblement qu'elles ne le sont par les alcalis.

Les silicates qui composent les roches ont souvent subi des pseudomorphoses qui ont eu lieu sur une grande échelle : ces pseudomorphoses ont plus spécialement été attribuées à l'action décomposante de l'acide carbonique, de l'eau, de la magnésie; cependant, la facilité avec laquelle les roches silicatées sont attaquées par les alcalis, et même par les carbonates alcalins, démontre que les alcalis ont également produit des altérations dans les roches. Les alcalis ou les sels alcalins existent, en effet, en petite quantité, dans toutes les eaux d'infiltration, et, bien qu'étant très-faible, leur action sur les silicates s'est exercée pendant toute la durée des temps géologiques.

A une certaine profondeur dans l'intérieur de la terre, les eaux se chargent d'ailleurs de quantités beaucoup plus grandes de sels alcalins, et leur température ainsi que leur pression vont en augmentant rapidement ; elles attaquent alors très-fortement les roches avec lesquelles elles se trouvent en contact, et c'est ce qui a lieu, notamment, pour les eaux des sources minérales, des geysers, des volcans boueux, et en général pour toutes celles qui émanent des foyers volcaniques. Par conséquent, l'action des alcalis ou des sels alcalins sur les roches joue un rôle important dans les réactions chimiques qui s'opèrent à l'intérieur de notre planète.

Décomposition des roches.

M. Delesse a fait quelques recherches sur la décomposition des roches. Il mentionnera seulement les résultats obtenus pour le granite et pour les minerais de cuivre.

La transformation du granite en arène et en kaolin a été étudiée en comparant les minéraux du granite normal de Plombières et de l'arène qu'il produit. Son orthose, bien qu'il soit devenu très-friable, a conservé à peu près la même composition : c'est donc son état moléculaire qui a surtout été modifié (¹).

La décomposition des minerais de cuivre, particulièrement de ceux qui sont pyriteux, donne lieu à des minéraux de formation secondaire. L'auteur s'est spécialement occupé des hydrosilicates de cuivre, qui se déposent, à la manière des stalactites, dans les galeries d'exploitation, et qui sont quelquefois entraînés à l'état gélatineux par les eaux sortant des mines. L'analyse de ces hydrosilicates, qui ont ordinairement une couleur bleue ou verdâtre, a montré que l'oxyde de cuivre s'y trouve bien en combinaison, mais que leur composition est très-variable. Ils sont essentiellement formés de silice, d'oxyde de cuivre, d'eau et aussi d'alumine. D'autres produits de décomposition ayant une couleur noire ou brune, quelquefois un éclat résineux, renferment, à l'état libre, des oxydes de cuivre et de manganèse.

Les hydrosilicates de cuivre se rencontrent très-souvent dans les filons cuprifères, et leur mode de formation explique les grandes différences que présente leur composition

(¹) *Annales des Mines* [4], t. IX, p. 587.

chimique : parmi ces hydrosilicates, il n'y a que la dioptase qui soit cristallisée et qui puisse être considérée comme un minéral défini (1).

Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches (2).

Si l'on considère une roche d'un grain suffisamment gros et uniformément réparti parallèlement à un plan, il est possible de déterminer la proportion des divers minéraux qu'elle contient. Pour cela on prend une plaque polie de cette roche, et l'on calque sur une feuille de papier transparent les contours de ses minéraux. On reporte la feuille de papier sur une feuille d'étain et on la découpe en suivant les contours de chaque minéral : on détermine ensuite les poids d'étain qui lui correspondent.

Lorsque la composition des minéraux constituants est connue, on peut ainsi calculer approximativement la composition moyenne de la roche, sans en faire une analyse; c'est ce qu'on a vérifié sur la syénite des Ballons, et les résultats obtenus ont concordé avec ceux de l'analyse directe. Il est d'ailleurs facile de constater qu'un minéral ayant une couleur éclatante, comme le mica, se trouve toujours en proportion beaucoup moins grande qu'on ne serait tenté de l'admettre. L'illusion est produite par le contraste des couleurs, dont les effets ont été signalés par M. Chevreul.

Roches.

De nombreuses recherches ont été faites par M. Delesse sur la composition minéralogique et chimique des roches, et il suffira de mentionner les principales.

Granite (3). — Les caractères minéralogiques et géologiques des roches granitiques dans les Vosges permettent de distinguer deux granites. Le premier est le granite des Ballons, qui contient du quartz, de l'orthose, un feldspath du sixième système et du mica ferromagnésien. Sa teneur en silice a varié de 63 à 71 pour 100. Le second est le granite des Vosges, qui renferme les mêmes minéraux que le précédent, et en outre du mica alumineux. Il est généralement grenu, et prend souvent la structure gneissique. Sa teneur en silice a varié de 66 à 77 pour 100.

Le feldspath du sixième système dans ces deux granites est toujours de l'oligoclase ou de l'andésine; contrairement à l'opinion qui était admise généralement, l'albite n'est pas un de leurs minéraux constituants.

Le granite des Ballons est éruptif et forme les parties les plus élevées de la chaîne granitique; au contraire, le granite des Vosges a plutôt les caractères d'une roche métamorphique, et il constitue les contre-forts de la chaîne : le plus récent de ces deux granites est celui dont la teneur en silice est la plus petite.

Sur la proposition de M. Dufrénoy, l'Académie a voté l'insertion de ce travail dans les *Mémoires des Savants étrangers* (4).

(1) *Archives des Sciences phys. et natur.*, supplément à la *Biblioth. univ. de Genève*, n° 22; 1847.

(2) *Biblioth. univ. de Genève*, n° 22; 1847. — *Annales des Mines* [4], t. XIII, p. 379. — *Comptes rendus*, t. XXV, p. 544.

(3) *Annales des Mines* (1853), t. III. — *Bull. de la Soc. géologique*, t. X, p. 254. — *Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 484.

(4) Rapport de M. Dufrénoy sur plusieurs Mémoires de M. Delesse, ayant pour objet des recherches minéralogiques et chimiques sur les roches cristallines et en particulier sur le granite. — *Comptes rendus* (1857), t. XLIV, p. 548. — *Mémoires des Savants étrangers*, t. XVIII.

Protogine [1]. — M. Delesse a étudié la protogine dans plusieurs voyages qu'il a faits dans les Alpes. Il a constaté que cette roche est formée de quartz, d'orthose, d'oligoclase, de mica vert foncé et très-riche en fer. On y trouve aussi une substance vert grisâtre clair, très-douce au toucher, qu'on a plus spécialement considérée comme du talc ; mais M. Delesse a constaté que c'est en réalité un deuxième mica. Enfin on peut encore y rencontrer de la chlorite. La composition moyenne de la protogine a également été déterminée, et elle ne diffère pas de celle du granite. La protogine est donc un granite à deux micas et non pas un granite talqueux, comme on l'admet généralement ; elle doit surtout ses caractères spéciaux à la couleur verte de ses deux micas.

Pegmatite [2]. — Dans deux Notices, l'auteur a exposé ses recherches sur le gisement et sur la composition chimique de la pegmatite ; il a étudié notamment celle des Vosges et celle du Mourne-Mountain en Irlande, qui est caverneuse. Il a cherché à déterminer l'ordre de succession des minéraux de la pegmatite, ainsi que son mode de formation.

Syénite [3]. — M. Delesse s'est occupé de la syénite, spécialement de celle des Vosges et de l'Égypte. Il a analysé successivement les différents minéraux de cette roche. Son orthose rougeâtre renferme de la soude et présente la même composition que celui du granite. Son anorthose n'est pas de l'albite, comme on le pensait, mais de l'oligoclase ou de l'andésine.

La composition moyenne de la syénite a été également déterminée ; très-voisine de celle du granite, elle en diffère cependant en ce qu'elle contient habituellement plus de chaux et plus de magnésie. La syénite peut, d'ailleurs, se charger de quartz et passer à un granite amphibolique.

Minette [4]. — Quoique la minette soit bien connue des mineurs et des géologues, on ignorait, jusque dans ces derniers temps, quelle était sa composition minéralogique. Voici les principaux résultats des recherches faites sur cette roche.

La minette est formée d'orthose et de mica ferromagnésien : ces minéraux sont disséminés dans une pâte feldspathique qui, le plus souvent, contient aussi de l'anorthose et de l'hornblende.

Le mica est le minéral le plus caractéristique et le plus constant de la minette. Il a deux axes de double réfraction très-rapprochés. Il s'attaque par les acides. Ses bases principales sont l'oxyde de fer et la magnésie ; il renferme cependant de l'alumine et des alcalis, notamment de la lithine. C'est la première fois que la lithine a été signalée dans une roche qu'il est facile d'exploiter en quantité indéfinie. L'hornblende est ordinairement à un état d'altération très-avancé ; son éclat est gras, et elle est assez tendre pour se laisser rayer par l'ongle ; elle peut contenir plus de 10 pour 100 d'eau.

Les minéraux accessoires de la minette sont le quartz, l'anorthose, la terre verte, la chlorite, le fer oxydulé, les carbonates. Accidentellement on y trouve du fer oxydulé et oligiste. Bien que le quartz accompagne presque constamment l'orthose, il est toujours rare dans la minette, et souvent même il manque complétement. Sa pâte feldspathique a une composition qui se rapproche plus ou moins de celle de l'orthose. Dans certaines variétés, elle est fortement imprégnée par une sorte de terre verte.

[1] *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXV, et *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VII, p. 230. — *Comptes rendus*, t. XXVII, p. 306.

[2] *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. X, p. 568. — *Annales des Mines* [4], t. XVI.

[3] *Annales des Mines* (1848), t. XIII, p. 667. — *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VII, p. 524.

[4] *Annales des Mines* [5], t. X, p. 317.

Quant à la minette elle-même, bien que riche en mica, elle est essentiellement feldspathique. Comme le porphyre, elle a pour base l'orthose, et la potasse est son alcali dominant; elle renferme toutefois plus de magnésie et plus d'oxyde de fer que le porphyre. Sa teneur en silice est aussi plus faible, puisqu'elle varie de 65 à 50 pour 100; elle descend donc jusqu'à la limite inférieure de la teneur en silice pour les roches à base d'orthose.

La minette est généralement associée à des roches granitiques ou métamorphiques. Ses caractères minéralogiques et géologiques montrent que c'est une variété de porphyre à base d'orthose, dans lequel le mica est devenu très-abondant, tandis que le quartz a presque disparu. Sa composition est d'ailleurs analogue à celle du kersanton; car ce dernier est essentiellement formé d'anorthose et de mica ferromagnésien.

Rétinite (1). — L'auteur a entrepris différentes recherches sur le rétinite de l'île de Sardaigne. Il a fait une analyse comparative du rétinite de San-Antiocco et des globules ou sphérolithes qu'il renferme. La composition chimique de ces globules diffère peu de celle du rétinite dans lequel ils se sont développés; cependant leur cristallisation a eu pour effet d'éliminer une partie des alcalis et de l'eau, et de concentrer au contraire l'alumine ainsi que la silice.

Des résultats semblables avaient été obtenus par M. Dumas en analysant un verre artificiel et les globules dévitrifiés qu'il renfermait. Les affinités chimiques qui ont produit les globules se sont donc exercées de la même manière dans le verre artificiel et dans le rétinite.

Le rétinite et le perlite, qui passent l'un à l'autre par des dégradations successives, doivent être considérés comme des verres hydratés naturels et non pas comme des roches contenant de l'eau par suite d'une décomposition, ainsi que l'admettent encore divers savants. L'obsidienne elle-même est un verre très-légèrement hydraté et qui renferme aussi des matières organiques. Ces roches peuvent d'ailleurs être associées, et, comme elles sont vitreuses, on conçoit pourquoi leur composition chimique présente de grandes variations.

Porphyre quartzifère (2). — Le porphyre quartzifère est l'une des roches les plus importantes. Il contient du quartz, de l'orthose, de l'anorthose et du mica ferromagnésien qui sont disséminés dans une pâte. M. Delesse a fait diverses recherches sur sa composition chimique. Il a constaté que sa pâte est feldspathique, mais qu'elle n'est cependant pas formée par de l'orthose. Quant à la teneur en silice du porphyre quartzifère, elle est supérieure à 64 et elle peut atteindre 80 pour 100.

Porphyre. — Parmi les porphyres examinés, celui d'Elfdalen est bien connu par son emploi dans les arts. Les recherches faites sur sa composition ont montré qu'il se rapproche des roches granitiques qui sont riches en quartz (3).

En analysant le *porphyre rhombique* des environs de Christiania et les cristaux de feldspath qu'il renferme, on a trouvé que leur teneur en silice est la même. Ce feldspath a la soude pour alcali dominant, et sa composition se rapproche beaucoup de celle du labradorite; d'un autre côté, G. Rose a constaté qu'il a la forme cristalline de l'orthose; il

(1) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. XI, p. 105.
(2) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VI, p. 629, et *Annales des Mines* [4], t. XVI, p. 233.
(3) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VII, p. 484.

semblerait donc qu'il existe un feldspath cristallisant dans le système de l'orthose et présentant la composition du labradorite [1].

Le *porphyre rouge antique* est formé par une pâte feldspathique, dans laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath appartenant essentiellement à l'anorthose. Il contient aussi de l'hornblende, un peu de fer oligiste et quelquefois du quartz. L'étude comparée des éléments de cette roche a montré que la pâte renferme à peu près la même proportion de silice que le feldspath ; elle a d'ailleurs moins d'alcali, d'alumine, de chaux, et au contraire plus d'oxyde de fer et de magnésie.

Les *porphyrites* de Lessines et de Quenast, qui sont employés au pavage de Paris, sont à base d'oligoclase [2]. Il en est de même pour les porphyrites de Chagey et de Schirmeck dans les Vosges [3]. Leur couleur verte est due à une espèce de chlorite.

Kersantite [4]. — M. Delesse a donné le nom de *kersantite* à des roches qui sont plus ou moins voisines du Kersanton. La kersantite est formée par un feldspath du sixième système qui est associé à du quartz et à du mica ferromagnésien. Ce feldspath peut se réduire à une pâte feldspathique ; il est hydraté, et sa composition est généralement celle de l'oligoclase. L'hornblende est accidentelle et se rencontre soit dans des filons, soit dans la roche elle-même. Le quartz s'y trouve en proportion variable. La kersantite a une teneur en silice qui est supérieure à 50. La soude est son alcali dominant. Elle diffère de la diorite en ce que le mica y remplace l'hornblende.

Diorite [5]. — A différentes reprises, M. Delesse s'est occupé de l'étude de la diorite. Il a constaté qu'elle est formée par un feldspath du sixième système et par l'hornblende. Le feldspath du sixième système présente une composition très-variable : c'est de l'oligoclase, de l'andésine, du labradorite ou bien même de l'anorthite. L'hornblende de la diorite contient de l'alumine et un peu d'alcali.

Dans la *diorite orbiculaire de Corse*, le feldspath et l'hornblende ont la même teneur en silice. Cette silice, qui joue le rôle d'acide, s'est donc partagée également entre les deux minéraux constituants de la roche : la magnésie, l'oxyde de fer et une petite partie de la chaux ont produit l'hornblende, tandis que l'alumine, la plus grande partie de la chaux et des alcalis ont formé le feldspath. Lorsqu'un peu de silice y restait en excès, elle s'est d'ailleurs isolée à l'état de quartz.

La diorite micacée de Clefcy, bien qu'elle renferme moins de 49 de silice, contient du quartz et même de l'orthose. Par sa richesse en hornblende et en mica ferromagnésien, elle est intermédiaire entre la diorite et la kersantite.

Mélaphyre [6]. — Les premières recherches sur la composition du mélaphyre ont été faites par M. Delesse. Elles avaient pour objet les mélaphyres des Vosges, du Tyrol, d'Italie et de Grèce ; elles ont fait connaître aussi la composition du *porphyre vert antique*.

---

(1) *Annales des Mines* [4], t. XII, p. 195.
(2) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VII, p. 310.
(3) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VI, p. 383.
(4) *Annales des Mines* [4], t. XIX, p. 164.
(5) *Annales des Mines* [4], t. XIX, p. 149. — *Annales de Chim. et de Phys.* [3], t. XXIV. — *Comptes rendus*, t. XXX, p. 176.
(6) *Annales des Mines* [4], t. XII, p. 195, et t. XVI, p. 511.

L'analyse a montré que la teneur en silice est à peu près la même dans le feldspath du mélaphyre et dans la pâte qui enveloppe ses cristaux. Cette pâte renferme au contraire moins d'alumine, moins d'alcalis et plus de fer ainsi que de magnésie. Le feldspath appartient toujours au sixième système : c'est généralement du labradorite. Il contient de l'eau, et il y en a même dans l'augite qui lui est associé. Du fer oxydulé et des carbonates sont souvent répandus dans le mélaphyre. Sa couleur verte disparaît quand on l'attaque par un acide ; elle tient à la pâte elle-même ou bien à une sorte de chlorite qui l'imprègne ; elle ne doit pas être attribuée à de l'amphibole, ni à de l'augite, disséminés dans la roche. Ordinairement l'augite est même assez rare dans le mélaphyre.

Les Mémoires publiés sur le mélaphyre comprennent encore l'étude de ses principales variétés et celle des amygdaloïdes.

Euphotide (1). — On n'avait qu'un petit nombre de données sur la composition de l'euphotide. M. Delesse a constaté qu'elle contient un feldspath du sixième système, renfermant toujours quelques centièmes d'eau, ce qui lui donne un éclat gras particulier. Sa teneur en silice est très-variable, puisqu'elle est comprise entre celles de l'anorthite et de l'oligoclase. Ce résultat, obtenu déjà pour la diorite, est important ; car il fait voir que, dans une même roche, la teneur en silice du feldspath du sixième système peut varier dans des limites étendues.

La pâte de l'euphotide contient moins d'alumine, moins de chaux, moins d'alcalis, et, au contraire, plus de magnésie et plus de fer que le feldspath.

Dans l'euphotide, de même que dans les roches à structure granitique, la teneur en silice de la pâte peut différer notablement de celle du feldspath.

Variolite (2). — M. Delesse a fait des recherches sur la variolite, dont la composition était inconnue. Son étude a montré qu'elle se rapproche de l'euphotide, avec laquelle elle est associée au mont Genèvre. Ses globules sont essentiellement formés par un feldspath dont la soude est l'alcali dominant ; ils contiennent toutefois un excès de magnésie et d'oxyde de fer, bien qu'ils en renferment moins que la pâte.

La couleur verte de la variolite n'est pas due, comme on le pensait, à de l'amphibole ou bien à de la diallage.

Serpentine (3). — La serpentine commune présente une composition qui est à peu près celle de la serpentine noble et du chrysotil ; elle contient seulement plus de fer. C'est une des roches dont la composition chimique est la plus constante. L'analyse des divers minéraux qu'elle renferme fait voir qu'ils sont tous très-riches en magnésie. Ceux qui se trouvent dans la pâte contiennent du reste plus de fer que ceux qui sont dans les filons. Le grenat a la même teneur en silice que la serpentine dans laquelle il a cristallisé : la silice s'est donc partagée également entre ces deux minéraux.

Pierre ollaire (4). — Des recherches entreprises sur la composition minéralogique de la pierre ollaire ont montré qu'elle est ordinairement formée de chlorite, de talc, ou

(1) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VI, p. 547. — *Annales des Mines* [4], t. XVI, p. 238 et 323. — *Comptes rendus*, t. XXX, p. 148.
(2) *Annales des Mines* (1850), t. XVII, p. 116.
(3) *Annales des Mines* [4], t. XVIII, p. 309, et t. XIV, p. 78. — *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 210.
(4) *Annales des Mines* [4], t. X, p. 333.

bien de mélanges en proportions variables de ces minéraux. D'après ses usages, il est remarquable qu'elle contienne de 5 à 13 pour 100 d'eau. Il est plus remarquable encore qu'on y trouve des carbonates; cependant la pierre ollaire de Chiavenna peut renfermer jusqu'à 30 pour 100 de carbonate de fer et de magnésie.

Feldspathisation [1].

Les roches stratifiées du terrain de transition des Vosges ont subi postérieurement à leur dépôt un métamorphisme qui est caractérisé par le développement de cristaux de feldspaths, appartenant tantôt au cinquième et tantôt au sixième système.

Dans le premier cas, la roche, qui est un schiste argileux, devient de plus en plus compacte et se charge d'abord d'orthose et de mica; par l'adjonction du quartz et de l'anorthose, elle finit même par passer à un porphyre granitoïde.

Dans le deuxième cas, celui où le feldspath dominant appartient au sixième système, elle donne lieu à des roches feldspathisées qui participent à la fois des phorphyres et des roches stratifiées. Ces roches ont été désignées dans les Vosges sous le nom de *grauwake*, et sur les bords de la Loire elles prennent le nom de *pierre carrée;* on les retrouve, d'ailleurs, dans le Hartz et dans le pays de Galles.

Leur étude a montré que le feldspath du sixième système qui s'y est développé présente une composition variable. Il renferme toujours de l'eau et les deux alcalis. Sa teneur en silice peut s'élever jusqu'à celle de l'albite, ou bien s'abaisser jusqu'à celle du labradorite. Ces roches feldspathisées donnent un exemple, qui n'avait pas été cité jusqu'alors, de roches presque entièrement formées d'albite. Comme la composition de leur anorthose est variable, on voit aussi que différents feldspaths du sixième système peuvent se développer simultanément dans une même roche.

Les roches feldspathisées ont quelquefois conservé leur stratification et leur structure arénacée ou bréchiforme; on y trouve même des empreintes de mollusques et surtout des débris de végétaux fossiles.

Variations des roches granitiques [2].

Si l'on se dirige du centre vers la circonférence d'un massif granitique, il est facile de constater que la roche par laquelle il est formé présente des variations très-notables dans ses caractères. Ces variations sont accusées par des changements dans sa densité ainsi que dans sa composition minéralogique et chimique. Sa structure cristalline, qui est la plus développée vers le centre du massif, se dégrade insensiblement suivant des zones concentriques, et quelquefois elle disparaît à la circonférence. A un granite très-cristallin succède un porphyre contenant les mêmes minéraux, et à ce porphyre succède ensuite une roche pétrosiliceuse. Quand un granite a cristallisé au contact d'un schiste argileux, comme on l'observe au Ballon d'Alsace, sa teneur en silice et en alcalis va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du centre du massif; en même temps sa densité augmente. Si l'on se rapproche de la circonférence, la teneur en silice diminue successi-

---

[1] *Annales des Mines* (1853), t. III, p. 747.

[2] *Bull. de la Soc. géologique* [1], t. IX, p. 664. — *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 195.

vement de 10 et même de 20 pour 100. Enfin, sur certains points, il y a passage insensible du granite au schiste qui s'est chargé de cristaux d'orthose et qui a été feldspathisé.

Lorsque le granite était encore à l'état plastique, les substances les plus légères parmi celles qui entrent dans sa composition, c'est-à-dire la silice et les alcalis, paraissent avoir été concentrées, par l'action de la pesanteur, vers les parties les plus élevées de chaque massif.

Métamorphisme (¹).

Dans ses études sur le métamorphisme, M. Delesse a cherché à éclairer par l'analyse chimique cette partie si délicate de la Géologie.

Au lieu de procéder par synthèse, comme l'a fait avec tant de succès M. Daubrée dans le même champ de recherches, il a eu spécialement recours à l'observation directe, sur le terrain, et à l'analyse des roches, dans le laboratoire. Dans ce but, il a d'abord exploré un grand nombre de gisements classiques en France, en Suisse, en Allemagne, en Anterre et en Irlande. Il les a étudiés au point de vue minéralogique et géologique, réunissant pour chacun d'eux des collections méthodiques dont l'examen avait ensuite lieu dans le laboratoire.

Afin de définir avec netteté le métamorphisme, M. Delesse faisait l'analyse de la roche normale, puis de la roche métamorphosée. De cette manière, il pouvait facilement déterminer par comparaison les substances qu'elle avait gagnées et celles qu'elle avait perdues. A l'aide d'un examen minéralogique, il appréciait d'ailleurs les minéraux qui s'y étaient développés et les changements qu'elle avait subis dans ses propriétés physiques. Autant que possible, les échantillons qui servaient à ces études comparatives étaient pris à petite distance l'un de l'autre, de sorte que leurs variations ne tenaient pas à l'instabilité de composition des roches, mais étaient seulement le résultat de leur métamorphisme. C'est surtout le métamorphisme spécial ou de contact qui se prête bien à des recherches de ce genre. M. Delesse l'a étudié successivement dans la roche éruptive et dans la roche encaissante.

Considérant les principales roches éruptives, volcaniques et plutoniques, il a décrit les modifications qu'elles éprouvent, vers la limite de leurs filons, dans leur structure, dans leur densité, dans leur composition minéralogique et chimique. Il est également entré dans des détails circonstanciés sur les effets que les roches éruptives produisent sur les roches encaissantes, et il les passe en revue dans les combustibles, dans les gypses, dans les roches calcaires, siliceuses et argileuses.

M. Delesse s'est ensuite occupé du métamorphisme général qui s'étend à des régions entières. Il l'a étudié successivement dans les roches métallifères ou anormales, dans les roches éruptives et dans les roches stratifiées. Partant des caractères que ces différentes roches présentent à l'époque actuelle ou bien dans les régions où elles sont restées à l'état normal, il a décrit les modifications graduelles qu'elles ont éprouvées, dans leur structure et dans leur composition minéralogique, lorsqu'elles ont été soumises au métamorphisme général. Ce sont les roches ayant une composition exceptionnelle, comme les combustibles, les gypses, les calcaires et surtout les roches métallifères, qui permettent spécialement de

(¹) *Études sur le métamorphisme des roches.* 1 vol. in-8. Paris, 1857-1858. — *Id.* une brochure in-4. Paris, 1860. (Extrait du t. XVII des Mémoires des savants étrangers.) — *Mémoire manuscrit présenté à l'Académie des Sciences.* — *Revue de Géologie*, t. I à XIV.

suivre avec netteté le développement de la cristallisation et les progrès du métamorphisme.

Dans ces recherches, M. Delesse a cherché à faire la part des divers agents du métamorphisme ; en particulier, il a été conduit à restreindre beaucoup l'importance de la chaleur et surtout celle de l'infiltration à laquelle les géologues de l'école de Bischof attribuent le rôle prédominant.

Les résultats obtenus ne pouvant pas être résumés sommairement, on se contentera de donner une Table très-abrégée des matières qui ont été traitées dans le dernier Mémoire sur le métamorpbisme ; *ce Mémoire a reçu de l'Académie un prix de* 1000 *francs.*

Histoire du métamorphisme.

Considérations générales sur les agents qui ont contribué à former l'écorce terrestre.

Agents physiques.

Agents chimiques.

Agents organisés. — Animaux, végétaux.

Production artificielle des minéraux.

Méthodes diverses. — Un même minéral peut être engendré par des agents différents. — Un minéral conserve des traces des agents qui l'ont engendré.

I. *Métamorphisme spécial.*

Ce métamorphisme, qui est celui de contact, s'exerce à la fois dans la *roche éruptive* et dans la *roche encaissante*. Il a été étudié successivement dans les *roches anormales* et dans les *roches éruptives* proprement dites.

II. *Métamorphisme général.*

Le métamorphisme général ou régional, qui s'est produit sur une grande échelle, a été étudié successivement dans les *roches anormales*, dans les *roches éruptives* et dans les *roches stratifiées*.

Métamorphisme général au contact de deux roches.

Passage des roches métamorphiques aux roches plutoniques. Les roches plutoniques sont l'effet et non la cause du métamorphisme.

Théorie du métamorphisme.

De l'azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre (1).

Le but de ce travail était de rechercher les matières organiques et spécialement l'azote dans les roches qui composent l'écorce terrestre. Les éléments de ces roches devaient d'abord être passés en revue; ce sont des corps organisés, comme les animaux et les végétaux, ou bien des corps inorganisés, comme les minéraux.

Les animaux ont été comparés à l'état normal et à l'état fossile. Leurs débris principaux sont les os, les dents, les coquilles et les tets calcaires. Les os, par exemple, retiennent des matières organiques et de l'azote, même lorsqu'ils appartiennent à des terrains déposés depuis une très-longue durée. Leur azote diminue généralement à mesure que l'ancienneté du terrain augmente ; cependant, au-dessous du terrain diluvien, il en reste très-peu. Pendant l'époque actuelle, l'azote d'un os varie dans des limites assez étendues pour que son dosage puisse servir à contrôler son âge; toutefois, s'il dépend de son ancienneté, il dépend aussi de son gisement et de circonstances assez complexes.

Les végétaux sont moins altérables par la fossilisation que les animaux ; cela peut être

(1) *Annales des Mines* (1860), t. XVIII, et 1 vol. in-8. Paris, Dunod, 1861.

attribue à ce qu'ils sont essentiellement formés de carbone. La tourbe, le lignite et même la houille renferment plus d'azote que la plupart des bois de la flore actuelle; dans toutes les houilles, et même dans l'anthracite, il y en a plus que dans le bois des fougères arborescentes : les végétaux fossiles tendent donc à retenir des matières azotées.

Les minéraux contiennent très-fréquemment de l'azote et des matières organiques. On peut aisément le constater, même sur ceux qui sont cristallisés, bien transparents et qui paraissent être complétement purs. Citons notamment la chaux fluatée, le quartz hyalin, la topaze, le spath d'Islande; toutefois, le plus souvent, ces minéraux renferment seulement des traces de matières organiques, et leur azote s'élève au plus à quelques dix-millièmes.

Les roches éruptives contiennent encore des matières organiques et de l'azote. On en trouve, par exemple, dans le granite, dans le porphyre, dans l'euphotide, dans la serpentine et en général dans les roches plutoniques. Il y en a même dans les roches volcaniques hydratées, telles que le basalte, le trapp, le rétinite, l'obsidienne.

La recherche de l'azote a été faite également dans les roches stratifiées. Les roches gypseuses, calcaires, siliceuses, argileuses ont été successivement essayées. Elles contiennent de l'azote et des matières organiques, quelles que soient leur composition minéralogique et l'ancienneté du terrain auquel elles appartiennent. Les roches argileuses sont généralement celles qui en contiennent le plus, ce qui doit être attribué à leur propriété absorbante. Les calcaires et les grès en ont au contraire très-peu, quand ils sont entièrement purs; mais ils peuvent en renfermer beaucoup, dès qu'ils deviennent argileux.

Lorsque les roches stratifiées sont soumises au métamorphisme et lorsqu'elles deviennent cristallines, elles perdent presque complétement leurs matières organiques. Il est facile de le constater sur le calcaire saccharoïde, sur le quartzite, sur le micaschiste.

Dans les roches qui contiennent les débris d'un grand nombre d'animaux, comme dans les schistes du lias, dans les argiles ossifères, et même dans les terres de cimetière, la proportion d'azote n'est pas supérieure à celle des limons fertiles et des terres végétales. Quoique les animaux soient beaucoup plus riches en azote que les végétaux, les produits de leur décomposition dans le sol disparaissent très-rapidement; il n'en est pas de même pour les végétaux, et en définitive ces derniers introduisent plus d'azote dans les couches qui les renferment.

Les matières organiques n'existent qu'en très-petites quantités dans les substances minérales et elles leur sont simplement mélangées; mais leur recherche offre de l'intérêt pour l'agriculture; en outre, elle jette du jour sur l'origine des minéraux et des roches.

Origine des roches [1].

Dès ses premières recherches sur le métamorphisme, M. Delesse a été conduit à s'occuper de l'origine des roches. Si l'on considère spécialement les roches éruptives proprement dites, pour apprécier comment elles se sont formées, il est nécessaire de comparer d'abord l'ensemble de leurs caractères. Il faut étudier aussi les agents qui, dans l'intérieur de la terre, peuvent rendre les roches plastiques ou bien y développer des minéraux. Ces agents sont surtout la chaleur, l'eau, la pression. L'un d'eux peut bien jouer un rôle prédominant, mais il est rare qu'il soit exclusif. Comme la chaleur imprime

[1] *Bull. de la Soc. géologique* (1858) [2], t. XV, p. 728.

un cachet particulier et indélébile aux roches éruptives, M. Delesse a cherché à les ordonner relativement à son importance. Trois grandes classes ont été distinguées :

1° Les *roches ignées* ont été amenées à l'état de fusion, ou du moins sont devenues plastiques par l'action de la chaleur. Elles sont anhydres. Elles ont une structure celluleuse et une certaine rudesse au toucher. Elles sont fréquemment associées à des scories. Leurs minéraux possèdent un éclat vitreux qui est bien caractéristique. Elles constituent les roches que l'on regarde comme éminemment volcaniques; elles sont d'ailleurs rejetées à l'état de laves par les volcans brûlants. Le trachyte et la dolérite en offrent deux types extrêmes.

2° Les *roches pseudo-ignées* présentent une origine mixte et ont subi une sorte de fusion aqueuse. L'eau, la chaleur, ainsi que la pression, paraissent avoir contribué à les rendre plastiques. On y retrouve la structure celluleuse ou même scoriacée; mais leurs minéraux n'ont qu'un éclat vitreux assez faible. Ce sont des roches hydratées. Elles renferment généralement des zéolites; très-souvent elles se divisent en prismes ou bien en sphéroïdes. Le rétinite et le basalte peuvent être cités comme exemples de ces roches pseudo-ignées.

Les roches ignées et pseudo-ignées sont très-fréquemment associées, et elles constituent les roches que l'on appelle *volcaniques*.

3° Les *roches non ignées* ou *plutoniques* devaient sans doute leur plasticité à l'eau et surtout à la pression, car la chaleur n'a plus joué qu'un rôle secondaire dans leur formation. Elles n'ont pas la structure celluleuse, et généralement elles sont même très-compactes ; les gaz qui tendaient à s'y dégager ont été retenus par la pression. Les minéraux qui les constituent n'ont pas l'éclat vitreux qui caractérise les roches volcaniques. Quand elles sont riches en silice et quand leur structure cristalline a pu se développer, elles renferment beaucoup de quartz hyalin, qui s'y trouve disséminé et qui y forme aussi des veines ou des nodules. Elles ne sont pas associées aux roches volcaniques. Le granite et la diorite en offrent deux types appartenant aux deux séries feldspathiques.

— La composition chimique de roches très-différentes peut être la même, puisque les caractères minéralogiques qui leur sont propres dépendent non-seulement de cette composition, mais encore des agents qui se sont exercés au moment de leur formation. On comprend, d'après cela, comment des roches ayant même composition chimique, et étant cependant très-différentes, se sont formées à une même époque. On comprend aussi pourquoi, réciproquement, une même roche a pu faire éruption à diverses époques géologiques.

Revue de Géologie [1].

Lorsque M. d'Archiac interrompit son *Histoire des progrès de la Géologie*, M. Delesse chercha à combler cette lacune; c'est alors que parut la *Revue de Géologie*, qui compte déjà treize volumes et dont le quatorzième est sous presse en ce moment. Les trois premiers volumes ont été faits avec la collaboration de M. Laugel et les onze autres avec celle de M. de Lapparent.

[1] *Revue de Géologie*, t. I, II, III, par M. Delesse et Laugel; t. IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII et XIV, par MM. Delesse et de Lapparent. Une partie de cette Revue est insérée dans les *Annales des Mines*. — Savy, éditeur.

Le but de la *Revue de Géologie* est de présenter aux géologues une analyse succincte et méthodique des nombreux travaux qui chaque année viennent enrichir la Science. Ceux de l'étranger, généralement peu connus en France, y sont surtout mentionnés avec détails. De plus, différentes publications inédites y ont été insérées. Indépendamment d'un résumé relatif aux terrains, on y trouve une multitude d'analyses de roches dont la discussion exige des connaissances étendues en lithologie. Les questions de Géologie les plus importantes, soulevées dans ces derniers temps, y sont aussi examinées d'une manière spéciale. Le rapprochement et la comparaison des travaux géologiques, exécutés dans les pays les plus éloignés et les plus divers, sont du reste éminemment utiles et même indispensables, pour l'étude d'une science qui embrasse tout notre globe.

Les parties de la *Revue de Géologie* qui ont été plus particulièrement traitées par M. Delesse sont la Géologie géographique et agronomique, la lithologie, les phénomènes actuels, l'hydrologie, la décomposition des roches et le métamorphisme, ainsi que la géogénie. En outre, M. Delesse a publié chaque année dans la *Revue* les résultats de recherches qui lui sont personnelles.

Matériaux de construction (1).

L'Exposition universelle de 1855 présentait une collection très-remarquable de matériaux de construction. Comme Secrétaire de la classe XIV du Jury international, M. Delesse a été chargé du Rapport sur les substances minérales, et il a spécialement étudié ces substances ainsi que leur emploi dans l'industrie.

Il a surtout cherché à donner une description, aussi complète que possible, des marbres de France. Il a fait, dans le laboratoire de M. Hervé Mangon, à l'École des Ponts et Chaussées, différentes recherches sur la composition chimique et sur la fabrication des chaux, des mortiers et des ciments.

Cette publication étant trop étendue pour qu'il soit possible d'en rendre compte, il suffira d'en donner le sommaire :

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

I. *Matériaux naturels.*		II. *Matériaux artificiels.*
A. Roches silicatées :	*a.* Roches feldspathiques.	D. Chaux, ciments et mortiers.
	b. Ardoises.	E. Ciments divers.
	c. Serpentines.	F. Plâtres, plâtres alunés, stucs.
B. Roches quartzeuses.		G. Bitumes et composés bitumineux.
C. Roches calcaires :	*a.* Roches de chaux carbonatée.	
	b. Roches de chaux sulfatée.	

Aux Expositions universelles de Londres en 1862 et de Paris en 1867, M. Delesse a traité le même sujet dans les Rapports du Jury international.

Cartes agronomiques et agricoles.

Les cartes destinées à fournir des notions sur la terre végétale sont, par cela même, en

(1) *Rapport sur les matériaux de construction de l'Exposition universelle*. 1 vol. in-8. Paris, Dalmont, 1856. — *Rapports des Jurys internationaux sur les Expositions universelles de* 1855, 1862 *et* 1867.

relation très-intime avec les cartes géologiques; M. Delesse s'est occupé de leur exécution, pour laquelle il a proposé deux systèmes.

1° — Les *Cartes agronomiques* sont basées sur une étude minéralogique de la terre végétale. De nombreux échantillons de cette terre sont essayés avec l'acide et soumis à la lévigation; le résidu de la lévigation est ensuite examiné, ce qui permet de reconnaître les minéraux et les roches qui le composent; de plus, on détermine sa proportion par une pesée.

A l'aide de teintes et de signes conventionnels, il est d'ailleurs possible de représenter les données les plus importantes relatives aux propriétés physiques et chimiques de la terre végétale. Ainsi, l'on indique : quelle est la région sans calcaire, c'est-à-dire celle qu'il est absolument indispensable de marner; quelle est la région argileuse, c'est-à-dire celle qu'il convient de drainer.

C'est d'après ce système qu'a été faite la *Carte agronomique des environs de Paris,* à laquelle un prix a été décerné par la Société centrale d'Agriculture [1]. Elle montre bien que, dans les environs de Paris, la terre végétale est généralement dépourvue de calcaire sur le haut des plateaux, tandis qu'elle en contient sur le flanc des collines et surtout dans le fond des vallées. Elle permet aussi d'apprécier la relation qui existe entre les proportions de sable et d'argile d'une terre végétale et entre les couches sableuses ou argileuses affleurant dans son voisinage.

2° — Les *Cartes agricoles* sont basées sur le revenu des terres. Si l'on considère les terres arables, les prés, les vignes, les bois, leurs récoltes sont très-dissemblables; aussi, pour comparer ces récoltes entre elles, faut-il les ramener à une commune mesure, c'est-à-dire estimer en définitive leur valeur en argent. Le revenu d'une terre la caractérise du reste beaucoup mieux que ne pourrait le faire l'analyse chimique la plus complète; par suite, il est naturel de l'utiliser pour établir les cartes agricoles.

Voici quelle est la notation employée. Chaque culture est d'abord figurée par une couleur à laquelle on donne des nuances d'autant plus foncées que son revenu est plus considérable. En outre, on trace des courbes limitant les cultures pour lesquelles le revenu est le même.

M. Delesse a suivi ce système pour la *Carte de Seine-et-Marne* et pour la *Carte agricole de la France* [2].

3° — Sous les auspices de M. Duruy, Ministre de l'Instruction publique, M. Delesse a encore entrepris d'esquisser une *Carte agronomique de la France.* Cette carte, qui est actuellement en cours d'exécution, fait connaître, d'après des voyages entrepris dans les diverses régions de la France et d'après l'étude de nombreuses collections, quelle est la composition minéralogique du sol végétal dans notre pays.

---

(1) *Carte agronomique des environs de Paris,* publiée par les ordres de M. le Préfet de la Seine; 2 feuilles grand aigle : cette carte a été imprimée d'une manière défectueuse. — *Bull. de la Soc. impériale et centrale d'Agriculture,* 1862. — *Revue de Géologie,* t. IV, p. 7 et 11. — *Comptes rendus,* t. LV, p. 635.

(2) *Notice sur les Collections, Cartes et Dessins relatifs au service du corps des Mines, réunis par les soins du Ministère de l'Agriculture à l'Exposition de* 1867. — *Revue de Géologie,* t. V, p. 7, et t. XIII, p. 185. — *Bull. de la Soc. de Géographie de* 1874. — Exposition internationale de Géographie de 1875.

Cartes hydrologiques.

Des *Cartes hydrologiques* d'un nouveau système ont été faites par M. Delesse. Basées sur une étude géologique du sous-sol, elles donnent complétement la position, ainsi que le mode d'écoulement des nappes d'eau souterraines. La forme de ces nappes y est représentée par des courbes horizontales, et des couleurs conventionnelles indiquent aussi les terrains géologiques auxquels elles appartiennent. Le plus souvent encore, la dureté de l'eau fournie par les différentes nappes a été déterminée au moyen de l'hydrotimètre.

Un grand nombre de questions importantes relatives à la salubrité, aux inondations, au drainage et à l'exécution de tous les travaux souterrains peuvent être facilement résolues à l'aide de pareilles cartes.

M. Delesse a publié des Cartes hydrologiques de la *ville de Paris* [1], du *département de la Seine* [2] et du *département de Seine-et-Marne* [3]; de plus, il vient de terminer une carte hydrologique de la *Beauce* qui montre bien de quelle manière les eaux souterraines de ce plateau se déversent dans les bassins de la Seine et de la Loire.

Cartes géologiques souterraines [4].

Les constructions qui recouvrent le sol de la ville de Paris rendent son étude géologique assez difficile ; cependant, depuis une vingtaine d'années, M. Delesse a pu dresser une carte qui fait connaître, au moyen de couleurs et de courbes horizontales, non-seulement la nature des terrains, mais encore leur forme jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes par les sondages. Exécutée d'après un système spécial, elle représente le sous-sol et, par suite, c'est une *Carte géologique souterraine*.

La méthode suivie pour l'exécution de la Carte géologique souterraine de la *ville de Paris* a été étendue depuis aux *départements de la Seine et de Seine-et-Marne*. Elle permet d'étudier facilement le sous-sol, en sorte qu'il serait avantageux de l'employer pour connaître le gisement et les allures de la houille et de toutes les matières minérales utilement exploitables.

— En se servant de cette méthode, M. Delesse a encore cherché à représenter l'orographie des principaux terrains qui constituent le sol de la *France* [5]. Des courbes hori-

---

[1] *Comptes rendus* (1856), t. XLII, p. 1207, et t. XLIII, p. 740.

[2] *Carte hydrologique du département de la Seine,* 4 feuilles imprimées en chromolithographie. — *Comptes rendus* (1867), t. LXIV, p. 30. — *Notice sur les Collections, Cartes et Dessins du Corps des Mines à l'Exposition de* 1867.

[3] *Carte hydrologique de Seine-et-Marne*, à l'échelle de $\frac{1}{100000}$, 2 feuilles imprimées en chromolithographie. — *Comptes rendus.*

[4] *Comptes rendus,* 1857, t. XLV, p. 163 et 208. — *Cartes géologiques de la ville de Paris et du département de la Seine,* 6 feuilles imprimées en chromolithographie.

[5] *Comptes rendus,* t. LXXIV, p. 1225 et Rapport du 24 juin 1872 de MM. E. de Beaumont, Ch.-Sainte-Claire Deville et Daubrée. — *Lithologie du fond des mers,* p. 383.

zontales figurent leur relief pour les parties visibles et même pour celles qui sont recouvertes par des dépôts plus récents. La courbe ayant la cote zéro est particulièrement intéressante à étudier; car elle donne l'intersection du niveau de la mer avec chaque terrain considéré : et, si l'on admet que le niveau de la mer soit resté constant, toutes les parties qui se trouvent au-dessus ont nécessairement subi des soulèvements. L'ensemble des courbes horizontales donne, pour chaque terrain, l'orographie de sa surface supérieure, telle qu'elle est maintenant et telle que l'ont façonnée les dégradations ou les dislocations qu'elle a subies.

Ces cartes de *France* ont été dressées séparément pour les terrains déposés par les mers *silurienne*, *triasique*, *liasique*, *jurassique*, *crétacée*, *éocène*, *pliocène* et *actuelle* ; elles donnent, autant qu'il est possible, la répartition des terres et des mers pour ces différentes époques. On a cherché de plus à représenter par une carte spéciale le relief du terrain *granitique* qui sert de support à tous les autres.

A l'aide de ces cartes, on reconnaît que, lorsqu'un même bassin a reçu des terrains superposés, les élévations et les dépressions qu'il offrait à l'origine se sont généralement conservées, mais qu'elles vont en s'atténuant dans les terrains plus récents. En outre, lorsqu'un terrain a été relevé sur le flanc des montagnes, quand bien même sa pente y devient très-forte, ce qui est bien accusé par le rapprochement des courbes horizontales, elle disparaît ordinairement à une petite distance.

Profils géologiques.

M. Delesse a concouru à l'exécution de profils géologiques relevés sur les chemins de fer qui traversent la France, de Paris à l'Océan et de la Manche aux Pyrénées. Ces profils, publiés par M. le Ministre des Travaux publics, ont été dressés sous la direction de M. Mille, Inspecteur général des Ponts et Chaussées ; les études géologiques sur le terrain étaient faites par MM. Triger, Delesse et Guillier. L'échelle des longueurs était le $\frac{1}{40000}$, le $\frac{1}{80000}$ et, dans ces derniers temps, le $\frac{1}{320000}$. Les différents étages géologiques ont été successivement repérés le long des chemins de fer, et l'on a déterminé leurs cotes au-dessus du niveau de la mer, en sorte que, malgré l'exagération de l'échelle des hauteurs, qui généralement a été multipliée par 20, il est facile de se rendre compte de leur disposition relative. En outre, des renseignements utiles sont donnés sur le sol végétal ainsi que sur les matériaux de construction que fournit chaque étage géologique,

Les profils géologiques auxquels M. Delesse a plus spécialement travaillé sont ceux de Paris à Vendôme, Tours, Angers, Nantes, Vannes et Brest; ceux de Cherbourg à Orléans, Châteauroux, Limoges, Périgueux, Toulouse et Foix. Ils traversent plusieurs régions classiques, telles que le Bassin parisien, la Beauce, la Touraine, l'Anjou, la Bretagne, le Cotentin, la Sologne, le Plateau central, les Pyrénées.

Depuis la mort de M. Triger, les profils géologiques ont été continués; actuellement, ils sont à l'étude dans les vallées de la Garonne, de la Neste, du Gave d'Oléron, et ils doivent même être poursuivis jusque sur le versant espagnol, de manière à fournir toutes les données nécessaires pour l'établissement rationnel d'un chemin de fer à travers la chaîne des Pyrénées.

Lithologie du fond des mers [1].

Le fond des mers reçoit sans cesse des dépôts dont il est très-intéressant, pour le géologue, de connaître la répartition et la composition minéralogique, car ils constituent essentiellement le terrain de l'époque actuelle. Quoique son étude présente beaucoup de difficultés, l'auteur a essayé de l'entreprendre, en prenant plus spécialement pour base les Cartes hydrographiques dressées par les marins et par les ingénieurs hydrographes de tous les pays.

Comme les dépôts des côtes sont en partie formés de débris provenant des falaises, des bassins hydrographiques voisins, ainsi que de leurs parois sous-marines, il était utile de rechercher en même temps, sur les cartes géologiques, quelles sont les roches constituant les divers bassins, afin de les comparer avec celles qui ont été rencontrées par la sonde au fond de la mer. En effet, ces roches peuvent être la continuation sous-marine de celles qui sont émergées, et, lors même qu'elles résultent de leur destruction, l'on conçoit qu'elles doivent participer plus ou moins de leurs caractères.

Sur les Cartes hydrographiques, la nature du fond de la mer est inscrite à côté des sondages; mais, par cela même qu'ils sont extrêmement nombreux, ces sondages tendent à introduire une certaine confusion. D'après cela, il était préférable de chercher à réunir et à délimiter les fonds qui présentent le même caractère; et, afin de les mieux distinguer, une couleur spéciale a été attribuée à chacun d'eux. De cette manière, il devient facile d'apprécier leurs rapports d'ensemble, soit entre eux, soit avec les roches émergées, et de voir comment ils sont répartis sous la mer. Cette méthode a été appliquée par M. Delesse aux mers qui ont été explorées par un nombre suffisant de sondages, et elle lui a permis de dresser des *Cartes marines lithologiques*.

Bien qu'ayant beaucoup d'analogie avec les Cartes géologiques, elles diffèrent de ces dernières en ce que les couleurs y indiquent non pas l'âge, mais seulement le caractère minéralogique des roches.

L'étude géologique des côtes et des échantillons rapportés par la sonde permet, dans certains cas, de reconnaître le prolongement des roches qui sont émergées; quelquefois même elle permet d'esquisser les traits principaux d'une *Carte géologique sous-marine*.

M. Delesse s'est attaché à traiter les questions d'une manière générale; toutefois, il donne des détails spéciaux sur la France, qu'il a explorée personnellement et pour laquelle il a réuni une nombreuse collection des dépôts se formant sur le rivage et même au large. De plus, il a fait aux terrains géologiques constituant le sol de la France l'application de ses études sur le terrain moderne.

Le cadre de son ouvrage comprend les cinq parties suivantes:

---

(1) *Lithologie du fond des mers*, in-8 avec tableaux et un atlas de cartes imprimées en chromolithographie. — *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 165, 779, et t. LXXVI, p. 410. — *Revue de Géologie*, t. V, p. 23. — *Notice sur les Collections, Cartes et Dessins relatifs au service du Corps des Mines, réunis par les soins du Ministère des Travaux publics à l'Exposition de* 1867.

I. *Préliminaires.*

II. *Agents principaux des dépôts marins.*

Agents organiques.

Agents inorganiques { extérieurs (atmosphère, eaux douces et saumâtres). intérieurs (eaux souterraines, éruptions, dislocations).

III. *Dépôts marins des côtes de France.*

Dépôts littoraux et dépôts sous-marins.
Répartition des mollusques.

IV. *Lithologie des mers principales du globe.*

France. — Europe. — Amérique du Nord.

V. *France aux différentes époques géologiques.*

Depuis la publication de cet ouvrage, l'auteur a continué ses recherches sur le fond des mers; il les a étendues à l'ensemble du globe et même aux grandes profondeurs, en utilisant, pour ces dernières, les sondages récents des expéditions anglaises, américaines et allemandes.

Différents Mémoires sur la Géologie, la Métallurgie et l'exploitation des mines ont encore été publiés; on mentionnera seulement ceux qui suivent:

Recherches sur l'*imbibition des roches et sur l'eau dans l'intérieur de la Terre* (1);

Expériences ayant pour but de comparer la *résistance à l'écrasement des roches sèches ou imbibées d'eau :* elles ont été faites, pour la plupart, en collaboration avec M. Michelot (2);

Observations sur la présence d'*eau de combinaison dans les roches feldspathiques* (3);

(1) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. XIX, p. 64.
(2) *Revue de Géologie*, t. XIV. (Sous presse.)
(3) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. VI, p. 393.

Changements apportés par le temps dans la composition chimique des fossiles (¹);
Le gypse du bassin parisien (²);
Le calcaire et le gypse métamorphique (³);
Les oscillations des côtes de France; leurs effets et leurs causes, avec une carte (⁴);
Le gisement et l'exploitation de l'or en Australie (⁵);
Le gisement et la préparation mécanique de la calamine et de la galène dans la Haute Silésie (⁶);
Les mines de cuivre du cap de Bonne-Espérance (⁷); le gisement et le traitement du *cuivre* par cémentation dans la Westphalie (⁸).

Enfin il sera peut-être permis de faire observer que les principaux résultats des travaux de M. Delesse ont été adoptés dans divers ouvrages qui sont devenus classiques pour l'enseignement de la Minéralogie et de la Géologie; parmi ces derniers, il suffira de citer les Traités de Minéralogie de MM. Dana, Dufrénoy et Des Cloizeaux, la Minéralogie et la Géologie de Naumann, ainsi que les Manuels de Géologie de M. Bernhardt von Cotta et de Sir Charles Lyell.

(¹) *Comptes rendus*, t. LII, p. 728.
(²) *Comptes rendus*, t. LII, p. 912.
(³) *Bull. de la Soc. géologique* [2], t. IX, p. 126. — *Annales des Mines* [4], t. XX, p. 141.
(⁴) *Bull. de la Soc. de Géographie*, 1872. — *Lithologie du fond des mers*, p. 434.
(⁵) *Annales des Mines* [5], t. III, p. 185.
(⁶) *Annales des Mines* [4], t. IV, p. 371, et t. VI, p. 213.
(⁷) *Annales des Mines* [5], t. VIII.
(⁸) *Annales des Mines* [4], t. I, p. 477.

3525 PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.